



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 102 05 075 A 1

⑮ Int. Cl. 7:  
H 01 T 13/00

DE 102 05 075 A 1

⑯ Aktenzeichen: 102 05 075.9  
⑯ Anmeldetag: 7. 2. 2002  
⑯ Offenlegungstag: 12. 9. 2002

⑯ Unionspriorität:

2001-32474	08. 02. 2001	JP
2001-350443	15. 11. 2001	JP

⑯ Erfinder:

Kanao, Keiji, Kariya, Aichi, JP; Hori, Tsunenobu,  
Kariya, Aichi, JP

⑯ Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

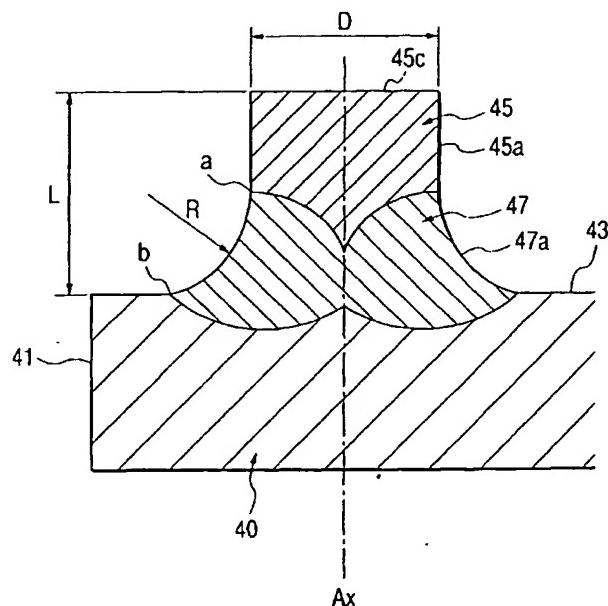
⑯ Vertreter:

Tiedtke, Bühlung, Kinne & Partner GbR, 80336  
München

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Zündkerze und Verfahren zu ihrer Herstellung

⑯ Ein Edelmetallplättchen (45), bei dem ein Ende durch Laser mit einer Masseelektrode (40) verschweißt ist, weist an dem anderen Ende eine Querschnittsfläche (D) von wenigstens  $0,12 \text{ mm}^2$  und höchstens  $1,15 \text{ mm}^2$  auf. Die Länge (L) von der Oberfläche (43) der Masseelektrode zu der Oberseite (45c) des Edelmetallplättchens beträgt wenigstens  $0,3 \text{ mm}$  und höchstens  $1,5 \text{ mm}$ . Die Außenfläche (47a) einer durch Laserschweißen erzielten Schmelzverbindungsschicht (47) zwischen dem Edelmetallplättchen (45) und der Masseelektrode (40) hat eine konkave Oberfläche, wobei die Steigung in der Achse (Ax) des Edelmetallplättchens enthaltenden Ebene mit einem Radius (R) gekrümmmt ist.



DE 102 05 075 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Zündkerze mit einer Mittelelektrode und einer Masseelektrode, die ein edelmetallhaltiges Plättchen aufweist, sodass sich zwischen dem Plättchen und der Mittelelektrode ein Spalt ergibt, und auf ein Verfahren zur Herstellung der Zündkerze durch Laserschweißen.

[0002] Wenn an der Spitze der Masseelektrode einer Zündkerze ein Edelmetallplättchen verwendet wird, sodass sich zwischen dem Plättchen und der Mittelelektrode ein Funkenspalt ergibt, führt dies zu einer langen effektive Lebensdauer der Zündkerze und/oder weniger Fehlzündungen.

[0003] Das US-Patent Nr. 6,215,235 offenbart eine Zündkerze, bei der mit der Gegenfläche entweder einer Mittelelektrode oder einer Masseelektrode durch Laserschweißen ein Edelmetallzündungsplättchen verbunden ist. Bei dieser Zündkerze weist das Grundelektrodenelement (die Mittelelektrode oder die Masseelektrode) eine schlanke Spitze mit einem daran durch Laser angeschweißten Edelmetallplättchen auf, damit sich eine lange effektive Lebensdauer und ein hervorragendes Zündvermögen ergibt.

[0004] Das US-Patent Nr. 5,811,915 offenbart eine Zündkerze, bei der in das Grundelektrodenelement ein Edelmetallzündungsplättchen eingesenkt und dann der angeschwollene Abschnitt um das Plättchen herum mit dem Plättchen verschweißt wurde.

[0005] Bei diesen Zündkerzen sind die Edelmetallzündungsplättchen an den Mittelelektroden mit praktisch ausreichender Festigkeit angebracht, wohingegen die Edelmetallzündungsplättchen an den Masseelektroden nicht mit praktisch ausreichender Festigkeit angebracht sind. Dies liegt am unterschiedlichen Befestigungszustand. Und zwar ist das Edelmetallzündungsplättchen auf der Mittelelektrode nahe an dem Körper der Zündkerze befestigt, sodass die Wärmespannung an der Schmelzverbindungsschicht, die das Edelmetallzündungsplättchen mit der Mittelelektrode verbindet, verhältnismäßig gering ist. Das Edelmetallzündungsplättchen auf der Masseelektrode ist dagegen fern vom Körper der Zündkerze angebracht. Mit anderen Worten ist die Schmelzverbindungsschicht, die das Edelmetallplättchen mit der Masseelektrode verbindet, mehr der Verbrennungskammer ausgesetzt. Dadurch ist die Schmelzverbindungsschicht an der Masseelektrode einer verhältnismäßig hohen Wärmespannung ausgesetzt. Dies kann zu einer Rissbildung und schließlich zu einer Ablösung des Edelmetallplättchens von der Masseelektrode führen.

[0006] Die Erfindung hat das Ziel, eine bessere Zündkerze und ein besseres Verfahren zu ihrer Herstellung zur Verfügung zu stellen.

[0007] Eine erste Ausgestaltung der Erfindung sieht eine Zündkerze vor, mit:  
einem röhrenförmigen Gehäuse;  
einer Mittelelektrode, die von dem röhrenförmigen Gehäuse in dem röhrenförmigen Gehäuse mit einer elektrischen Isolation dazwischen getragen wird;  
einer von einem Ende des röhrenförmigen Gehäuses ausgehenden Masseelektrode;  
einem edelmetallhaltigen Plättchen, das der Mittelelektrode zugewandt an einer Endfläche der Masseelektrode angeordnet ist, sodass sich zwischen der Mittelelektrode und dem Plättchen ein Funkenspalt ergibt; und  
einer Bestandteile des Plättchens und der Masseelektrode enthaltenden Schmelzverbindungsschicht zwischen der Masseelektrode und dem Plättchen, um das Plättchen an der Masseelektrode zu befestigen, wobei die Querschnittsfläche des Plättchens an dessen Spitze auf der entgegengesetzten Seite der Schmelzverbindungsschicht wenigstens 0,12 mm<sup>2</sup>

und höchstens 1,15 mm<sup>2</sup> beträgt und die Länge von der Endfläche zu der Oberseite der Spitze wenigstens 0,3 mm<sup>2</sup> und höchstens 1,5 mm<sup>2</sup> beträgt und wobei die Schmelzverbindungsschicht eine im Wesentlichen konische Außenfläche aufweist, die die Außenumfangsfläche des Plättchens auf einer entlang einer Achse des Plättchens verlaufenden Schnittebene über einen Radius kontinuierlich mit der Endfläche der Masseelektrode verbindet.

[0008] Wenn davon ausgegangen wird, dass die maximale Breite des Plättchens auf der Schnittebene entlang der Achse D ist und dass der Radius R ist, gilt bei der ersten Ausgestaltung der Erfindung vorzugsweise  $D/4 \leq R \leq 3D/4$ .

[0009] Das Plättchen kann bei der ersten Ausgestaltung vor allem Ir und außerdem Rh, Pt, Ni, W, Pd, Ru und/oder Os enthalten.

[0010] Die Zündkerze enthält in diesem Fall vorzugsweise vor allem Ir und außerdem höchstens 50 Gew.-% Rh, höchstens 50 Gew.-% Pt, höchstens 40 Gew.-% Ni, höchstens 30 Gew.-% W, höchstens 40 Gew.-% Pd, höchstens 30 Gew.-% Ru und/oder höchstens 20 Gew.-% Os.

[0011] Das Plättchen kann bei der ersten Ausgestaltung der Erfindung vor allem Pt und außerdem Ir, Ni, Rh, W, Pd, Ru und/oder Os enthalten.

[0012] Die Zündkerze enthält in diesem Fall vorzugsweise vor allem Pt und außerdem höchstens 50 Gew.-% Ir, höchstens 40 Gew.-% Ni, höchstens 50 Gew.-% Rh, höchstens 30 Gew.-% W, höchstens 40 Gew.-% Pd, höchstens 30 Gew.-% Ru und/oder höchstens 20 Gew.-% Os.

[0013] Die Schmelzverbindungsschicht sollte wenigstens 35 Gew.-% und höchstens 80 Gew.-% des Bestandteils des Plättchens enthalten.

[0014] Eine zweite Ausgestaltung der Erfindung sieht ein Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze mit einem röhrenförmigen Gehäuse, einer Mittelelektrode, die von dem röhrenförmigen Gehäuse in dem röhrenförmigen Gehäuse mit einer elektrischen Isolierung dazwischen getragen wird, und einer von einem Ende des röhrenförmigen Gehäuses ausgehenden Masseelektrode vor, mit den Schritten:

Setzen eines edelmetallhaltigen Plättchens auf eine Oberfläche einer Spitze der Masseelektrode, sodass sich eine Endfläche des Plättchens und die Oberfläche berühren; und Verschweißen des Plättchens mit der Oberfläche durch Aufbringen eines Laserstrahls auf eine Ecke zwischen der Oberfläche und einer zur Endfläche benachbarten Seitenfläche des Plättchens unter einem zur Endfläche und zur Seitenfläche geneigten Winkel.

[0015] Die Aufgabe und die Merkmale der Erfindung werden nun ausführlicher erläutert. Dabei wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die Folgendes zeigen:

[0016] Fig. 1 eine teilgeschnittene Seitenansicht einer Zündkerze gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

[0017] Fig. 2 eine vergrößerte Seitenschittansicht des Funkenentladungsabschnitts der in Fig. 1 gezeigten Zündkerze;

[0018] Fig. 3 eine Seitenschittansicht des Spitzenabschnitts der Mittelelektrode, mit der ein Edelmetallplättchen verschweißt ist;

[0019] Fig. 4 eine Schnittansicht zur Erläuterung des Verbindungsbaus an dem Spitzenabschnitt der Masseelektrode bei diesem Ausführungsbeispiel;

[0020] die Fig. 5A bis 5E Seitenansichten aufeinanderfolgender Verbindungsorgänge des Edelmetallplättchens mit der Masseelektrode bei diesem Ausführungsbeispiel;

[0021] Fig. 6 eine grafische Darstellung eines Zusammenhangs zwischen einem entzündbaren Luft-Kraftstoffgemischverhältnis und der Länge L zwischen der Oberfläche

der Masseelektrode und der Oberseite des Edelmetallplättchens bei diesem Ausführungsbeispiel;

[0022] Fig. 7 eine Schnittansicht des oberen Abschnitts der Masseelektrode, die ein Edelmetallplättchen mit Materialien und Abmessungen gemäß diesem Ausführungsbeispiel, aber nicht die konkave Steigung an der Schmelzverbindungsschicht aufweist;

[0023] Fig. 8A eine grafische Darstellung eines Zusammenhangs zwischen dem Wärmespannungsniveau und dem Radius der Steigung der Schmelzverbindungsschicht gemäß diesem Ausführungsbeispiel;

[0024] Fig. 8B eine Schnittansicht des oberen Abschnitts der Masseelektrode gemäß diesem Ausführungsbeispiel;

[0025] Fig. 9 eine grafische Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Wärmespannungsniveau und dem Anteil des Bestandteils des Edelmetallplättchens bei diesem Ausführungsbeispiel;

[0026] Fig. 10A eine Seitenansicht einer Abwandlung der Erfindung;

[0027] Fig. 10B eine weitere Seitenansicht der in Fig. 10A gezeigten Abwandlung;

[0028] Fig. 11A eine Seitenansicht einer weiteren Abwandlung der Erfindung; und

[0029] Fig. 11B eine Seitenansicht einer weiteren Abwandlung der Erfindung.

[0030] In den Zeichnungen sind gleiche oder entsprechende Elemente oder Teile mit den gleichen Bezugszahlen gekennzeichnet.

#### Erstes Ausführungsbeispiel

[0031] Die Zündkerze S1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird in einem Motor für ein motorisiertes Fahrzeug verwendet. Die Zündkerze S1 wird in ein Schraubloch in einem (nicht gezeigten) Motorkopf eingesetzt und eingeschraubt, sodass ihr Funkenspalt zur Verbrennungskammer hin frei liegt.

[0032] Fig. 1 zeigt eine teilgeschnittene Seitenansicht der Zündkerze S1 gemäß diesem Ausführungsbeispiel.

[0033] Die Zündkerze S1 hat ein röhrenförmiges Metallgehäuse 10 (aus Stahl, z. B. Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt) mit einem darin vorhandenen Innenloch 36 und einem Gewindeabschnitt 11 zu dessen Befestigung an dem Motorkopf. Das Gehäuse trägt in seinem Innenloch 36 einen Isolator 20 aus Aluminiumoxidkeramik ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) oder dergleichen. Die Spitze 21 des Isolators 20 liegt an einem Ende 12 des Gehäuses 10 nach außen hin frei.

[0034] Der Isolator 20 trägt in seinem Axialloch 22 eine Mittelelektrode 30, sodass das Gehäuse 10 die Mittelelektrode 30 isolierend trägt. Die Mittelelektrode 30 enthält ein inneres Material und um das innere Material herum ein äußeres Material. Das innere Material umfasst ein Metallmaterial mit hervorragender Wärmeleitfähigkeit wie Cu. Das äußere Material umfasst ein Metallmaterial mit hervorragender Wärmebeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit wie eine Legierung auf Ni-Basis. Bei diesem Ausführungsbeispiel hat die Mittelelektrode 30 eine Zylinderform (Stangenform). Wie in Fig. 1 gezeigt ist, liegt die Spitze (Endfläche) 31 der Mittelelektrode 30 an einem Ende 12 des Gehäuses 10 nach außen hin frei.

[0035] Die Zündkerze S1 hat außerdem eine Masseelektrode 40, die die Form eines Prismas (rechteckige Säule) einnimmt und eine vor allem Ni enthaltende Legierung auf Ni-Basis umfasst. Ein Ende 41 der Masseelektrode 40 (eine Spitzenseitenfläche 43) liegt im Großen und Ganzen der Spitze 31 der Mittelelektrode 30 gegenüber, da der mittlere Abschnitt der Masseelektrode 40 wie der Buchstabe L gebogen ist. Das andere Ende 42 der Masseelektrode 40 ist mit

dem einen Ende 12 des Gehäuses 10 verschweißt. Die Masseelektrode 40 geht also von dem einen Ende 12 des Gehäuses 10 aus.

[0036] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Seitenschnittansicht des Funkenentladungsabschnitts der Zündkerze S1. Die Spitze 31 der Mittelelektrode 30 ist der Spitzenseitenfläche 43 der Masseelektrode 40 über einen Entladungsspalt 50 zugewandt. Darüber hinaus ist mit der dem Funkenspalt 50 zugewandten Endfläche 31 der Mittelelektrode 30 durch eine Schmelzverbindungsschicht 37, die durch Laserschweißen ausgebildet wurde, ein Edelmetallplättchen 35 und mit der dem Funkenspalt 50 zugewandten Seitenfläche 43 durch Laserschweißen ein Edelmetallplättchen 45 verschweißt.

[0037] Die Edelmetallplättchen 35 und 45 sind zylindrisch, wobei jeweils ein Ende dieser Edelmetallplättchen 35 und 45 durch Laserschweißen mit der Endfläche 31 bzw. der Spitzenseitenfläche 43 verschweißt ist.

[0038] Die Edelmetallplättchen 35 und 45 ergeben den Entladungsspalt 50 für die Funkenentladung. Der Entladungsabstand kann beispielweise etwa 0,7 mm betragen.

[0039] Die Edelmetallplättchen 35 und 45 umfassen Pt, eine Pt-Legierung, Ir, eine Ir-Legierung oder dergleichen. So können die Edelmetallplättchen beispielsweise jeweils eine Ir-Legierung, die vor allem Ir und außerdem (als Dotierstoff) Rh, Pt, Ni, W, Pd, Ru und/oder Os enthält, oder eine Pt-Legierung umfassen, die vor allem Pt und außerdem (als Dotierstoff) Ir, Ni, Rh, W, Pd, Ru und/oder Os enthält.

[0040] Und zwar enthält das Ir-Legierungsplättchen vor allem Ir und ist mit höchstens 50 Gew.-% Rh, höchstens 50 Gew.-% Pt, höchstens 40 Gew.-% Ni, höchstens 30 Gew.-% W, höchstens 40 Gew.-% Pd, höchstens 30 Gew.-% Ru und/oder höchstens 20 Gew.-% Os dotiert.

[0041] Das Pt-Legierungsplättchen enthält dagegen vor allem Pt und ist mit höchstens 50 Gew.-% Ir, höchstens 40 Gew.-% Ni, höchstens 50 Gew.-% Rh, höchstens 30 Gew.-% W, höchstens 40 Gew.-% Pd, höchstens 30 Gew.-% Ru und/oder höchstens 20 Gew.-% Os dotiert.

[0042] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird bei den beiden Edelmetallplättchen 35 und 45 eine Ir-Legierung verwendet, die einen hohen Schmelzpunkt und eine hohe Verschleißbeständigkeit hat, da sie vor allem Ir enthält und mit Rh, Pt, Ru, Pd und/oder W dotiert ist.

[0043] Die Edelmetallplättchen 35 und 45 können mit der Mittelelektrode 30 bzw. der Masseelektrode 40 durch das in dem oben angesprochenen US-Patent Nr. 6,215,235 offizierte Verbindungsverfahren (Laserschweißen) verbunden werden. Fig. 3 zeigt eine Seitenschnittansicht des Spitzensegments der Mittelelektrode 30, bei der die oben angesprochenen Bestandteile des Edelmetallplättchen 35 durch dieses Verfahren verschweißt wurden. In diesem Beispiel ist das Edelmetallplättchen 35 mit der Endfläche 31 der Mittelelektrode 30 durch Aufbringen eines Laserstrahls auf einen Berührungsabschnitt zwischen dem Edelmetallplättchen 35 und der Endfläche 31 verschweißt worden. Dadurch ist die Steigung an der Schmelzverbindungsschicht 37 zwischen dem Plättchen 35 und der Endfläche 31 der Mittelelektrode 30 auf einer die Achse der Mittelelektrode 30 enthaltenden Schnittebene gerade, wenn die Betrachtung bezogen auf die Achse der Mittelelektrode 30 von der Seite aus erfolgt.

[0044] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Verbindungsauflauf der Plättchen 35 und 45 dahingehend verbessert, dass sich eine längere Lebensdauer und ein hervorragendes Zündvermögen ergibt. Fig. 4 zeigt den Verbindungsauflauf bei diesem Ausführungsbeispiel.

[0045] Das eine Ende des Edelmetallplättchens 45 ist wie gesagt mit der Spitzenseitenfläche 43 an der Spitze 41 der Masseelektrode 40 verschweißt. Das Edelmetallplättchen 45 weist an seinem anderen Ende 45c eine Querschnittsfläche

(Fläche an der Oberseite des Plättchens 45) auf, die wenigstens  $0,12 \text{ mm}^2$  und höchstens  $1,15 \text{ mm}^2$  groß ist (also zwischen  $0,12 \text{ mm}^2$  und  $1,15 \text{ mm}^2$  liegt). Abgesehen davon beträgt die Länge L von der Seitenfläche 43 bis zu dem anderen Ende (Oberseite) 45c des Plättchens 45 wenigstens  $0,3 \text{ mm}$  und höchstens  $1,5 \text{ mm}$  (zwischen  $0,3 \text{ mm}$  und  $1,5 \text{ mm}$ ). Damit sich dieser Zustand einstellt, hat das Edelmetallplättchen 45 bei diesem Beispiel eine Zylinderform mit einem Durchmesser D von wenigstens  $0,4 \text{ mm}$  und höchstens  $1,2 \text{ mm}$  (zwischen  $0,4 \text{ mm}$  und  $1,2 \text{ mm}$ ).

[0046] Abgesehen davon ist die Steigungsfäche 47a auf der Schmelzverbindungsschicht 47, die die Seitenfläche 45a des Plättchens 45 mit der Spitzenseitenfläche 43 der Masseelektrode 40 verbindet, so weit gekrümmmt, dass die Steigungslinie der Steigungsfäche 47a auf einer die Achse AX des Edelmetallplättchens 45 enthaltenden Schnittebene von einer zur Schnittebene senkrechten Richtung aus gesehen einen Radius R aufweist. Die Schmelzverbindungsschicht 47 hat also eine konkave Oberfläche 47a.

[0047] Die konkave Oberfläche 47a wird wie folgt gebildet:

[0048] Die Fig. 5A bis 5E zeigen Seitenansichten aufeinanderfolgender Verbindungsorgänge des Edelmetallplättchens 45 mit der Masseelektrode 40.

[0049] Zunächst wird das Edelmetallplättchen 45 wie in den Fig. 5A und 5B gezeigt auf die Spitzenseitenfläche 43 der Masseelektrode 40 gesetzt, sodass die eine Endfläche 45b des Edelmetallplättchens 45 die Spitzenseitenfläche 43 berührt, ohne einzusinken. Die Höhe der Oberfläche 45b stimmt also mit der Höhe der Spitzendfläche 43 überein.

[0050] Als nächstes wird auf eine Ecke 49 zwischen der Spitzendfläche 43 außerhalb der einen Endfläche 45b und der zu der einen Endfläche 45b benachbarten Seitenfläche 45a unter einem Neigungswinkel  $\alpha$  gegenüber der Endfläche 43 und einem Neigungswinkel  $\beta$  gegenüber der Seitenfläche 45a ein Laserstrahl 61 aufgebracht. Dadurch werden Abschnitte des Edelmetallplättchens 45 und der Masseelektrode aufgeschmolzen, sodass sich wie in den Fig. 5D und 5E gezeigt die Schmelzverbindungsschicht 47 ergibt. Dieser Vorgang erfolgt unterbrochen oder kontinuierlich um die kreisförmige Ecke 49 herum, um das Edelmetallplättchen 45 mit der Masseelektrode 40 zu verbinden.

[0051] Dadurch ergibt sich ein Verbindungsauflauf, bei dem das Edelmetallplättchen 45 über die Schmelzverbindungsschicht 47 mit der Masseelektrode 40 verbunden ist. Abgesehen davon wird beispielsweise die Masseelektrode 40 mit dem Gehäuse 10 verschweißt und die von dem Isolator 20 bedeckte Mittelelektrode 30 dann in dem Gehäuse 10 befestigt. Als nächstes wird die Masseelektrode 40 gebogen, um den Entladungsspalt 50 zu bilden. Dies ergibt die in Fig. 1 gezeigte Zündkerze S1.

#### Die Gründe für die Abmessungen

[0052] Wie vorstehend erwähnt wurde, ist die Querschnittsfläche der Spitze des Edelmetallplättchens 45 wenigstens  $0,12 \text{ mm}^2$  und höchstens  $1,15 \text{ mm}^2$  groß und beträgt die Länge L wenigstens  $0,3 \text{ mm}$  und höchstens  $1,5 \text{ mm}$ . Die Gründe dafür sind die folgenden:

[0053] Die Erfinder hatten die Idee, dass ein dünnerer Durchmesser des Edelmetallplättchens 45 und eine längere von der Spitzenseitenfläche 43 ausgehende Länge ein leichtes Wachstum des Zündflammenkerns ergeben würden. Die Erfinder führten daher unter Änderung des Durchmesser D und der Länge L zwischen der Spitzenseitenfläche 43 und der Oberseite 45c Versuche durch, unter welchen Voraussetzungen sich bei leichtem Wachstum des Zündflammenkerns ein günstiges Zündvermögen ergibt.

[0054] Die Erfinder fertigten zunächst Versuchskörper der Zündkerze S1 mit verschiedenen Längen L an und bestimmten jeweils einen Versuchskörper, um den Versuch durchzuführen. Die Erfinder legten eine Toleranzgrenze für die Anzahl an Fehlzündungen pro Einheitszeitintervall fest, um für die Beurteilung einen Bezugspunkt zu haben. Dann beurteilten die Erfinder die Länge L anhand dieses Bezugspunkts.

[0055] Genauer gesagt wurde das Luft-Kraftstoffgemischverhältnis vom Leerlaufzustand aus erhöht und nahmen die Erfinder das Luft-Kraftstoffgemischverhältnis, wenn die Anzahl an Fehlzündungen innerhalb von zwei Minuten zwei erreichte, als Toleranzgrenze für den praktischen Einsatz an (entzündbares Luft-Kraftstoffgemischverhältnis). Der Versuch wurde bei  $650 \text{ U/min}$  mit einem Vierzylindermotor und einem Hubraum von  $1,6 \text{ Liter}$  durchgeführt.

[0056] Auf der Seite der Mittelelektrode 30 wurde zum Beispiel ein Edelmetallplättchen 35 verwendet, das eine Zylinderform mit einem Durchmesser D' von  $0,4 \text{ mm}$  und eine von der Endfläche 31 ausgehende Länge L' von  $0,6 \text{ mm}$  aufwies. Der Entladungsspalt betrug zum Beispiel  $0,7 \text{ mm}$ .

[0057] Fig. 6 zeigt die Ergebnisse. Je höher das entzündbare Luft-Kraftstoffgemischverhältnis ist, umso eher ist eine Magerverbrennung möglich, d. h. umso höher ist das Zündvermögen. In Fig. 6 nimmt das Zündvermögen mit abnehmenden Durchmesser D des Edelmetallplättchens 45 zu. Andererseits nimmt das Zündvermögen stark ab, wenn der Durchmesser D auf  $1,3 \text{ mm}$  erhöht wird.

[0058] Außerdem nimmt das Zündvermögen mit zunehmender Länge L des Edelmetallplättchens 45 zu, doch flacht der Anstieg des Zündvermögens ab, wenn die Länge L mehr als  $0,3 \text{ mm}$  beträgt. Dies ergibt einen günstigen Zündzustand für einen Durchmesser D von höchstens  $1,2 \text{ mm}$  (entspricht einer Querschnittsfläche von  $1,15 \text{ mm}^2$ ) und eine Länge L von mindestens  $0,3 \text{ mm}$ .

[0059] Obwohl das Edelmetallplättchen 45 an sich eine hervorragende Wärme- und Verschleißbeständigkeit hat, nimmt die Verschleißbeständigkeit ab, wenn der Durchmesser D unter  $0,4 \text{ mm}$  sinkt (entspricht einer Querschnittsfläche von  $0,12 \text{ mm}^2$ ), da sich die Entladungsfunktion an einem Punkt konzentrieren. Wenn die Länge L des von der Spitzenseitenfläche 43 ausgehenden Edelmetallplättchens 45 mehr als  $1,5 \text{ mm}$  beträgt, steigt außerdem deutlich die Temperatur an der Spitze des Plättchens 45 an, wodurch das Edelmetallplättchen 45 aufschmelzen kann.

[0060] Angesichts dessen weist das Edelmetallplättchen 45 auf der Masseelektrode 40 bei diesem Ausführungsbeispiel eine Querschnittsfläche von wenigstens  $0,12 \text{ mm}^2$  und höchstens  $1,15 \text{ mm}^2$  (in diesem Beispiel beträgt der Durchmesser D wenigstens  $0,4 \text{ mm}$  und höchstens  $1,2 \text{ mm}$ ) und eine Länge L von wenigstens  $0,3 \text{ mm}$  und höchstens  $1,5 \text{ mm}$  auf. Diese Abmessungen führen zu einem günstigen Zündvermögen.

#### Die Gründe für die konkave Steigung

[0061] Die Steigungsfäche 47a der Schmelzverbindungsschicht 47 ist wie gesagt konkav gestaltet, sodass sie einen Krümmungsradius R aufweist, wenn sie von der Seite aus betrachtet wird. Dieser Aufbau sorgt für eine bessere Verbindungsfestigkeit.

[0062] Wenn das Edelmetallplättchen 45 mit den oben genannten Abmessungen entsprechend der in dem US-Patent Nr. 6,215,235 offenbarten Technik durch Laser mit der Masseelektrode 40 verschweißt wird, gleicht der Verbindungsauflauf dem der in Fig. 3 gezeigten Mittelelektrode 30.

[0063] Fig. 7 zeigt dieses Beispiel, bei dem die Steigungsfäche 47a an der Schmelzverbindungsschicht 47 von der Seite aus betrachtet (Horizontalrichtung in der Zeichnung)

gerade ist. Diese Schmelzverbindungsschicht 47 hat an den Grenzen zwischen der Seitenfläche 45a des Edelmetallplättchens 45 und der Steigungsfläche 47a' und zwischen der Spitzenseitenfläche 43 der Masseelektrode 40 und der Steigungsfläche 47a' zwei stumpfwinklige Ecken. Die Wärmespannung konzentriert sich daher an diesen Abschnitten. Dadurch können sich Risse bilden, sodass sich das Edelmetallplättchen 45 von der Masseelektrode 40 ablösen kann.

[0064] Angesichts dessen ist das Edelmetallplättchen 45 über die in Fig. 4 von der Seite aus gesehen konkav Steigungsfläche 47a mit der Masseelektrode 40 verschweißt. Genauer gesagt ist die Seitenfläche 45a des Edelmetallplättchens 45 kontinuierlich mit der Steigungsfläche 47a der Schmelzverbindungsschicht 47 wie auch mit der Seitenfläche 43 der Masseelektrode 40 verbunden. Die Verbindungsfläche ist also glatt. Dies verhindert, dass sich die Wärmespannung an den Grenzen a und b auf der Oberfläche der Schmelzverbindungsschicht 47, der Seitenfläche 45a und der Spitzenseitenfläche 43 konzentriert. Dementsprechend verringert sich die Stärke der Wärmespannung an der Schmelzverbindungsschicht 47. Dies erhöht die Verbindungsfestigkeit zwischen dem Edelmetallplättchen 45 und der Masseelektrode 40.

[0065] Die Erfinder nahmen dabei die Wärmespannung an der Schmelzverbindungsschicht 37 der Mittelelektrode, die sich wie in Fig. 3 gezeigt durch das oben besprochene herkömmliche Laserschweißen ergibt, als Bezugspunkt an, um die Wärmespannung an der Schmelzverbindungsschicht 47 auf der Seite der Masseelektrode zu unterdrücken.

[0066] Der Grund dafür ist der, dass die Verbindungsfestigkeit in der Mittelelektrode 30 wie erwähnt für den praktischen Einsatz ausreicht. Die Erfinder analysierten daher die sich bei Änderung des Krümmungsradius ergebende Wärmespannung an der Schmelzverbindungsschicht 47 mittels FEM (Finite-Element-Verfahren). Entsprechend wurde auch die Wärmespannung an der Schmelzverbindungs- schicht 37 auf der Seite der Mittelelektrode durch FEM analysiert, um den Bezugspunkt zu ermitteln.

[0067] Fig. 8 A zeigt die Wärmespannungsanalyse. Bei der Analyse wurden für die Durchmesser D und D' der Edelmetallplättchen 45 und 35 1,2 mm und für die Längen L und L' 1,0 mm genommen, wobei für den Edelmetallbestandteil der Schmelzverbindungsschichten 37 und 47 35 Gew.-% angenommen wurde. Diese Annahme führt zu hohen Anforderungen an die Verbindungsfestigkeit. Darüber hinaus wurde angenommen, dass sich die Wärmespannung an den Abschnitten der Schmelzverbindungsschichten 37 und 47 bildete, die nahe an der Mittelelektrode 30 bzw. Masseelektrode 40 lagen.

[0068] Bei der in Fig. 8 A gezeigten Darstellung wurde das Wärmespannungsniveau auf der Seite der Masseelektrode unter Änderung des Krümmungsradius R analysiert und gegenüber dem Wärmespannungsniveau (= 1) auf der Seite der Mittelelektrode normiert, d. h. es ist das Verhältnis des Wärmespannungsniveaus dargestellt. Auf der rechten Seite der Darstellung ist das Verhältnis des Wärmespannungsniveaus bei dem in Fig. 7 gezeigten Aufbau gezeigt. Die Wärmespannung ist verhältnismäßig hoch, da die Temperatur der Masseelektrode 40 (mit beispielsweise 900°C) höher als die der Mittelelektrode 30 (mit beispielsweise 800°C) ist.

[0069] Wenn der Krümmungsradius R in Fig. 8 A ein Verhältnis der Wärmespannungsniveaus von 1 oder weniger ergibt, kann dieser Zustand als Verbesserung der Verbindungsfestigkeit angesehen werden und ergibt praxisgerechte Einsatzbedingungen. Das heißt also, dass der Krümmungsradius R an der Schmelzverbindungsschicht 47 der Masseelektrode 40 auf der die Achse des Edelmetallplättchens 45 enthaltenden Schnittebene wenigstens 0,1 mm und höch-

stens 1,0 mm (zwischen 0,1 mm und 1,0 mm) betragen sollte.

[0070] Wenn der Krümmungsradius R in Fig. 8 A kleiner als 0,1 mm oder größer als 1,0 mm ist, überschreitet das Wärmespannungsniveau auf der Seite der Masseelektrode das auf der Seite der Mittelelektrode. Dies liegt daran, dass die Steigungskrümmung der Schmelzverbindungsschicht 47 bei einem Krümmungsradius R von weniger als 0,1 mm scharf ist, sodass sich dort die Wärmespannung konzentriert. Wenn der Krümmungsradius R größer als 1,0 mm ist, ist die Verbesserung nur gering.

[0071] Aus dieser Analyse ergibt sich, dass bei diesem Ausführungsbeispiel die Steigungsfläche 47a der Schmelzverbindungsschicht 47 zwischen der Seitenfläche 45a des Edelmetallplättchens 45 und der Spitzenseitenfläche 43 auf der die Achse AX enthaltenden Schnittebene über einen Krümmungsradius R von wenigstens 0,1 mm und höchstens 1,0 mm konkav ist.

[0072] Abgesehen davon wird der Krümmungsradius R bei diesem Ausführungsbeispiel noch genauer bestimmt. Fig. 8B zeigt eine Schnittansicht des Spitzensabschnitts der Masseelektrode 40. Wenn der Krümmungsradius R in Fig. 8B kleiner wird, kann die Tiefe d des geschmolzenen Abschnitts (Dicke der Schmelzverbindungsschicht 47 in der zur Achse AX senkrechten Richtung) unzureichend sein.

[0073] Die Erfinder wussten aus entsprechenden Versuchen, dass die Tiefe d größer oder gleich D/4 sein sollte, damit sich eine ausreichende Verbindungsfestigkeit zwischen dem Edelmetallplättchen 45 und der Masseelektrode 40 ergibt. Dabei entspricht D der maximalen Breite des Edelmetallplättchens 45 auf der die Achse AX enthaltenden Schnittebene. Da das Edelmetallplättchen 45 in diesem Beispiel zylinderförmig ist, stimmt D mit dem Durchmesser des Edelmetallplättchens 45 überein.

[0074] Mit zunehmender Tiefe d nimmt die Schweißlinsenbreite W zu, da die Schweißenergie höher ist. Dies führt zu einem zunehmenden Krümmungsradius R, sodass die Verbesserungen im Hinblick auf die Wärmespannung abnehmen. Ein geringerer Krümmungsradius R verringert dagegen die Schweißlinsenbreite W. Dies verringert die Tiefe d, sodass die Verbindungsfestigkeit unzureichend wird.

[0075] In Versuchen bestätigte sich, dass der Krümmungsradius R bei  $d = D/4$  (der notwendigen Minimaltiefe) die benötigte Minimalverbindungsfestigkeit ergibt. Bei diesem Ausführungsbeispiel beträgt D des Edelmetallplättchens 45 auf der Seite der Masseelektrode wenigstens 0,4 mm und höchstens 1,2 mm. Die Erfinder ermittelten den Krümmungsradius R, der innerhalb dieses Bereichs von D die Bedingung  $d = D/4$  erfüllt, durch einen Versuch. Das Ergebnis war  $R = D/4$  ( $D \times 1/4$ ).

[0076] Darüber hinaus ergab sich aus einer FEM-Analyse, dass es günstig ist, wenn  $R = 3D/4$  ( $D \times 3/4$ ) gilt, damit sich ein für dieses Ausführungsbeispiel günstiger Krümmungsradius R ergibt. Um sowohl für einen günstigen Krümmungsradius R zur Unterdrückung von Wärmespannungen als auch für die Verbindungsfestigkeit der Schmelzverbindungsschicht 47 zu sorgen, sollte der Krümmungsradius R der Schmelzverbindungsschicht 47 daher, wenn die maximale Breite des Edelmetallplättchens 45 auf der die Achse AX enthaltenden Schnittebene D entspricht, wenigstens D/4 und höchstens  $3D/4$  ( $D/4 \leq R \leq 3D/4$ ) betragen.

[0077] Außerdem ist es bei diesem Ausführungsbeispiel günstig, wenn der Bestandteil des Edelmetallplättchens 45 an der Schmelzverbindungsschicht 47 wenigstens 35 Gew.-% und höchstens 80 Gew.-% (zwischen 35 Gew.-% und 80 Gew.-%) beträgt.

Grund für den Anteil des Edelmetallplättchenbestandteils

[0078] Die Verbindungsfestigkeit ändert sich mit dem Verhältnis der Bestandteile des Edelmetallplättchens 45 in der Schmelzverbindungsschicht 47, da sich die Schmelzverbindungsschicht 47 aus einer Vermischung (Legierungsbildung) des Edelmetallplättchens 45 mit dem Material der Masseelektrode (Metall auf Ni-Basis) 40 ergibt. Daher ändert sich die Verbindungsfestigkeit mit dem Verhältnis der Bestandteile des Edelmetallplättchens 45. Die Erfinder führen daher eine FEM-Analyse über den Zusammenhang zwischen dem Verhältnis der Edelmetallplättchenbestandteils und der Wärmespannung durch.

[0079] Fig. 9 zeigt ein Beispiel für das Analyseergebnis. Bei dieser Analyse wurde auf der Masseelektrode 40 als Edelmetallplättchen 45 ein Ir-Legierungsplättchen verwendet. Die grafische Darstellung in Fig. 9 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Verhältnis des Ir-Legierungsbestandteils (Gew.-%) in der Schmelzverbindungsschicht 47 und dem Wärmespannungsniveau, d. h. der Wärmespannung an der Masseelektrode 40 unter der Annahme, dass das Wärmespannungsniveau in der Mittelelektrode eins entspricht. In Fig. 9 stehen die ausgefüllten Kreise für die Verhältnisse des Wärmespannungsniveaus an dem Punkt a an der Schmelzverbindungsschicht 47 in Fig. 4, d. h. an der Grenze zwischen dem Edelmetallplättchen 45 und der Schmelzverbindungsschicht 47, und die nicht ausgefüllten Kreise für die Verhältnisse des Wärmespannungsniveaus an dem Punkt b an der Schmelzverbindungsschicht 47 in Fig. 4, d. h. an der Grenze zwischen der Schmelzverbindungs- schicht 47 und der Masseelektrode 40.

[0080] In Fig. 9 wurde gegenüber der Wärmespannung an der Mittelelektrode normalisiert. Der Durchmesser D' und die Länge L' des Edelmetallplättchens 35 auf der Mittelelektrode 30 wurden also dem Durchmesser D und der Länge L des Edelmetallplättchens 45 auf der Masseelektrode 40 gleichgesetzt. Darauf hinaus wurde für das Verhältnis des Bestandteils des Plättchens in der Schmelzverbindungs- schicht 37 auf der Mittelelektrode 30 der für praktischen Einsatz kleinste Wert, d. h. 35 Gew.-% in diesem Beispiel, gewählt. Abgesehen davon enthielten die beiden Edelmetallplättchen 35 und 45 in diesem Beispiel 90 Gew.-% Ir und 10 Gew.-% Rh, doch sind diese Werte nicht wesentlich.

[0081] Aus dem in Fig. 9 gezeigten Ergebnis ergibt sich, dass ein Verhältnis des Bestandteils des Edelmetallplättchens 45 von mehr als 35 Gew.-% zu bevorzugen ist, um die Wärmespannung an dem Punkt a (der Grenze zwischen dem Edelmetallplättchen 45 und der Schmelzverbindungsschicht 47) zu unterdrücken. Um die Wärmespannungen an dem Punkt b (der Grenze zwischen der Schmelzverbindungs- schicht 47 und der Masseelektrode 40) zu unterdrücken, ist dagegen ein Verhältnis des Bestandteils des Edelmetallplättchens 45 von weniger als 80 Gew.-% zu bevorzugen.

[0082] Da das Edelmetallplättchen 45 auf der Masseelektrode 40 weiter zur Verbrennungskammer hin frei liegt oder das Edelmetallplättchen 45 mit anderen Worten weit von dem Gehäuse 10 (Wärmesenke) entfernt ist, hat das Edelmetallplättchen 45 außerdem eine höhere Temperatur als die Masseelektrode 40 und ist die Wärmespannung an der Grenze zwischen dem Edelmetallplättchen 45 und der Schmelzverbindungsschicht 47 höher als an der Grenze zwischen der Schmelzverbindungsschicht 47 und der Masseelektrode 40. Bei der Wahl des Verhältnisses des Bestandteils des Edelmetallplättchens in der Schmelzverbindungs- schicht 47 wird daher vorzugsweise hauptsächlich die Wärmespannung an dem Punkt a berücksichtigt.

[0083] Beim Laserschweißen, bei dem das Edelmetallplättchen 45 mit der Masseelektrode 40 verbunden wird,

werden bei diesem Ausführungsbeispiel daher wie vorstehend besprochen der Durchmesser D und die Länge L des Edelmetallplättchens 45 auf der Masseelektrode genau angegeben, damit sich die Verbindungsfestigkeit bei ausreichendem Zündvermögen verbessert.

[0084] Abgesehen davon ergibt bei diesem Ausführungsbeispiel der in den Fig. 5A bis 5E gezeigte Vorgang einen Laserschweißaufbau mit hervorragender Verbindungsfestigkeit, da an den Punkten a und b glatte Oberflächen gebildet werden.

### Abwandlungen

[0085] Die Erfindung kann auch bei einer Zündkerze Anwendung finden, die außer der Mittelelektrode 30 und einer damit einen Funkenspalt bildenden Hauptmasseelektrode 40 eine Nebenmasseelektrode 40a enthält. Fig. 10A zeigt eine Seitenteilansicht dieser Zündkerze und Fig. 10B eine weitere Seitenansicht des Entladungsabschnitts der Zündkerze aus der in Fig. 10A gezeigten Richtung A gesehen.

[0086] Bei dieser Zündkerze hat das Edelmetallplättchen 45 die oben angegebenen Abmessungen und ist wie oben angegeben aufgeschweißt. Dadurch weist diese Zündkerze bei ausreichendem Zündvermögen eine bessere Verbindungsfestigkeit des Edelmetallplättchens 45 auf der Masseelektrode 40 auf. Darüber hinaus hat diese abgewandelte Zündkerze auch Kohlenstoffverunreinigungsbeständigkeit.

[0087] Außerdem wird durch die Verwendung eines Materials für die Masseelektrode 40, das durch Dotieren von 1,5 Gew.-% Al in einer Legierung auf Ni-Basis wie Inconel™ erhalten wird, eine Zündkerze mit höherem Zündvermögen und höherer Wärme- und Oxidationsbeständigkeit erzielt.

[0088] Fig. 11A zeigt eine weitere Abwandlung. Bei dieser Abwandlung enthält die Masseelektrode 40 ein Cu-Element 40b und ein das Cu-Element 40b bedeckendes Material 40c aus einer Legierung auf Ni-Basis. Dieser Aufbau verbessert die Wärmeleitfähigkeit der Masseelektrode 40, sodass die Wärme- und Oxidationsbeständigkeit verbessert wird.

[0089] Fig. 11B zeigt eine weitere Abwandlung. Diese Zündkerze enthält außerdem ein Kermaterial in dem Cu-Material 40b. Und zwar wird ein Ni-Material 40d von dem Cu-Material 40b bedeckt, wobei dieses weiter von dem Überzugsmaterial 40c bedeckt wird, sodass sich eine verbesserte Masseelektrode ergibt.

[0090] Ein Edelmetallplättchen, bei dem ein Ende durch Laser mit einer Masseelektrode verschweißt ist, weist an dem anderen Ende eine Querschnittsfläche von wenigstens 0,12 mm<sup>2</sup> und höchstens 1,15 mm<sup>2</sup> auf. Die Länge von der Oberfläche der Masseelektrode zu der Oberseite des Edelmetallplättchens beträgt wenigstens 0,3 mm und höchstens 1,5 mm. Die Außenfläche einer durch Laserschweißen erzielten Schmelzverbindungsschicht zwischen dem Edelmetallplättchen und der Masseelektrode hat eine konkave Oberfläche, wobei die Steigung in der die Achse des Edelmetallplättchens enthaltenden Ebene mit einem Radius R gekrümmmt ist.

### Patentansprüche

- Zündkerze (S1), mit:  
einem röhrenförmigen Gehäuse (10);  
einer Mittelelektrode (30), die von dem röhrenförmigen Gehäuse (10) in dem röhrenförmigen Gehäuse mit einer elektrischen Isolation (20) dazwischen getragen wird;  
einer von einem Ende (12) des röhrenförmigen Gehäu-

ses (10) ausgehenden Masseelektrode (40); einem edelmetallhaltigen Plättchen (45), das der Mittelelektrode (30) zugewandt an einer Endfläche (43) der Masseelektrode (40) angeordnet ist, sodass sich zwischen der Mittelelektrode (30) und dem Plättchen (45) ein Funkenspalt (50) ergibt; und

einer Bestandteile des Plättchens (30) und der Masseelektrode (40) enthaltenden Schmelzverbindungsenschicht (47) zwischen der Masseelektrode (40) und dem Plättchen (45), um das Plättchen an der Masseelektrode zu befestigen, wobei die Querschnittsfläche (D) des Plättchens an dessen Spitze (45c) auf der entgegengesetzten Seite der Schmelzverbindungsschicht wenigstens 0,12 mm<sup>2</sup> und höchstens 1,15 mm<sup>2</sup> beträgt und die Länge (L) von der Endfläche (43) zu der Oberseite der Spitze (45c) wenigstens 0,3 mm<sup>2</sup> und höchstens 1,5 mm<sup>2</sup> beträgt und wobei die Schmelzverbindungsschicht (47) eine im Wesentlichen konische Außenfläche (47a) aufweist, die die Außenumfangsfläche (45a) des Plättchens auf einer entlang einer Achse (AX) des Plättchens verlaufenden Schnittebene über einen Radius (R) kontinuierlich mit der Endfläche (43) der Masseelektrode verbindet.

2. Zündkerze nach Anspruch 1, bei der, wenn davon ausgegangen wird, dass die maximale Breite des Plättchens (45) auf der Schnittebene entlang der Achse (AX) D ist und dass der Radius R ist,  $D/4 \leq R \leq 3D/4$  gilt.

3. Zündkerze nach Anspruch 1, bei der das Plättchen (45) vor allem Ir und außerdem Rh, Pt, Ni, W, Pd, Ru und/oder Os enthält.

4. Zündkerze nach Anspruch 3, bei der das Plättchen (45) vor allem Ir und außerdem höchstens 50 Gew.-% Rh, höchstens 50 Gew.-% Pt, höchstens 40 Gew.-% Ni, höchstens 30 Gew.-% W, höchstens 40 Gew.-% Pd, höchstens 30 Gew.-% Ru und/oder höchstens 20 Gew.-% Os enthält.

5. Zündkerze nach Anspruch 1, bei der das Plättchen (45) vor allem Pt und außerdem Ir, Ni, Rh, W, Pd, Ru und/oder Os enthält.

6. Zündkerze nach Anspruch 5, bei der das Plättchen (45) vor allem Pt und außerdem höchstens 50 Gew.-% Ir, höchstens 40 Gew.-% Ni, höchstens 50 Gew.-% Rh, höchstens 30 Gew.-% W, höchstens 40 Gew.-% Pd, höchstens 30 Gew.-% Ru und/oder höchstens 20 Gew.-% Os enthält.

7. Zündkerze nach Anspruch 3, bei der die Schmelzverbindungsschicht (47) wenigstens 35 Gew.-% und höchstens 80 Gew.-% des Bestandteils des Plättchens (45) enthält.

8. Zündkerze nach Anspruch 5, bei der die Schmelzverbindungsschicht (47) wenigstens 35 Gew.-% und höchstens 80 Gew.-% des Bestandteils des Plättchens (45) enthält.

9. Verfahren zur Herstellung einer Zündkerze (S1) mit einem röhrenförmigen Gehäuse (10), einer Mittelelektrode (30), die von dem röhrenförmigen Gehäuse (10) in dem röhrenförmigen Gehäuse mit einer elektrischen Isolierung (20) dazwischen getragen wird, und einer von einem Ende (12) des röhrenförmigen Gehäuses (10) ausgehenden Masseelektrode (40), mit den Schritten:

Setzen eines edelmetallhaltigen Plättchens (45) auf eine Oberfläche (43) einer Spitze (41) der Masseelektrode (40), sodass sich eine Endfläche (45b) des Plättchens und die Oberfläche (43) berühren; und Verschweißen des Plättchens (45) mit der Oberfläche (43) durch Aufbringen eines Laserstrahls (61) auf eine

Ecke (49) zwischen der Oberfläche (43) und einer zur Endfläche (45b) benachbarten Seitenfläche (45a) des Plättchens unter einem zur Endfläche und zur Seitenfläche geneigten Winkel ( $\alpha, \beta$ ).

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

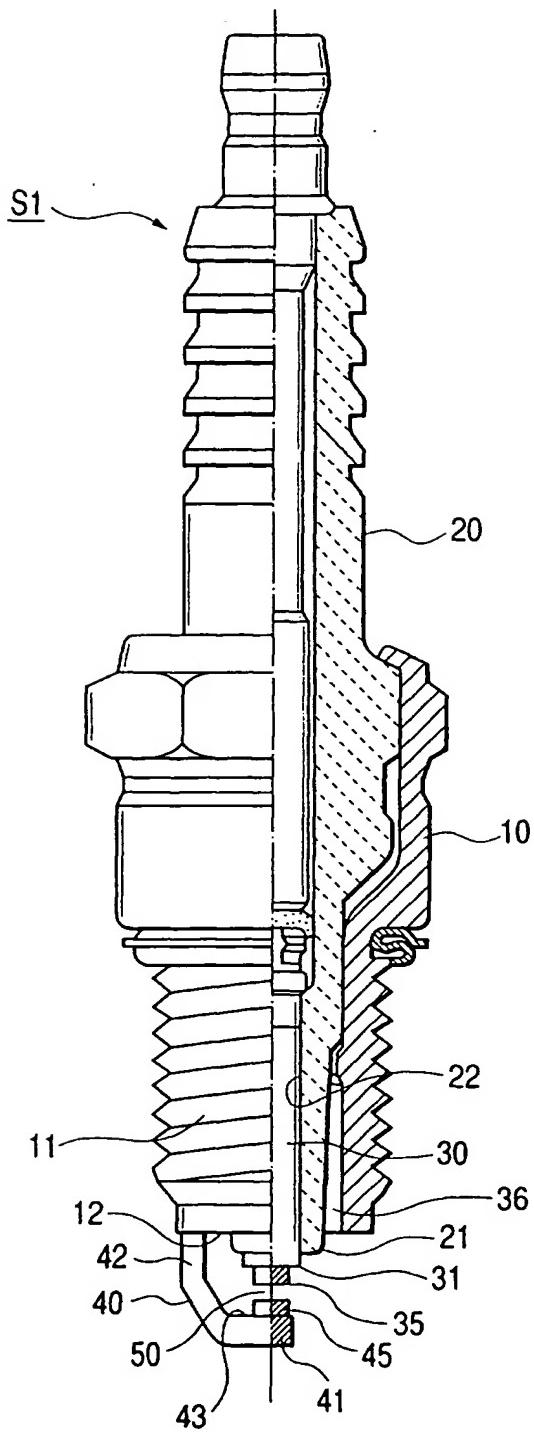


FIG. 2

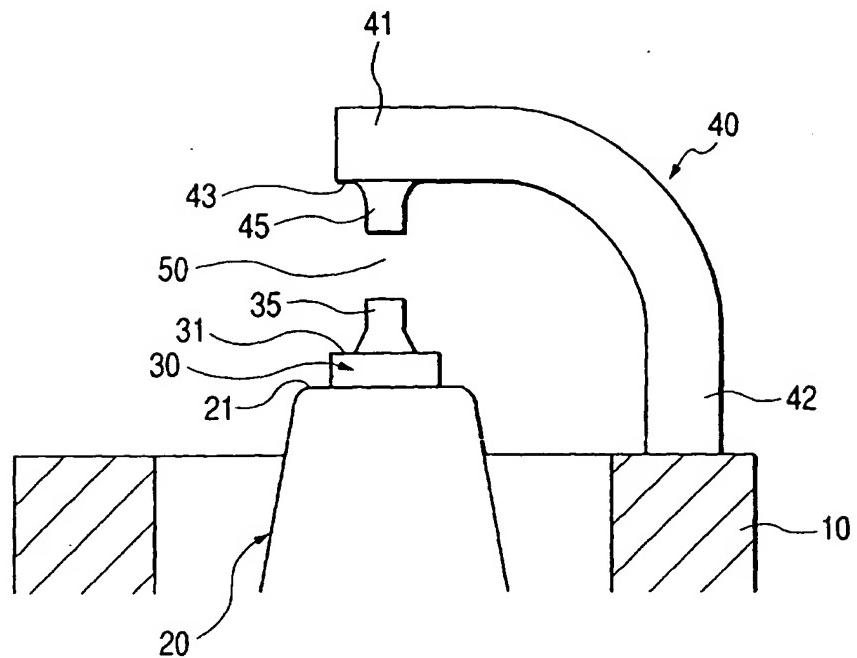


FIG. 3

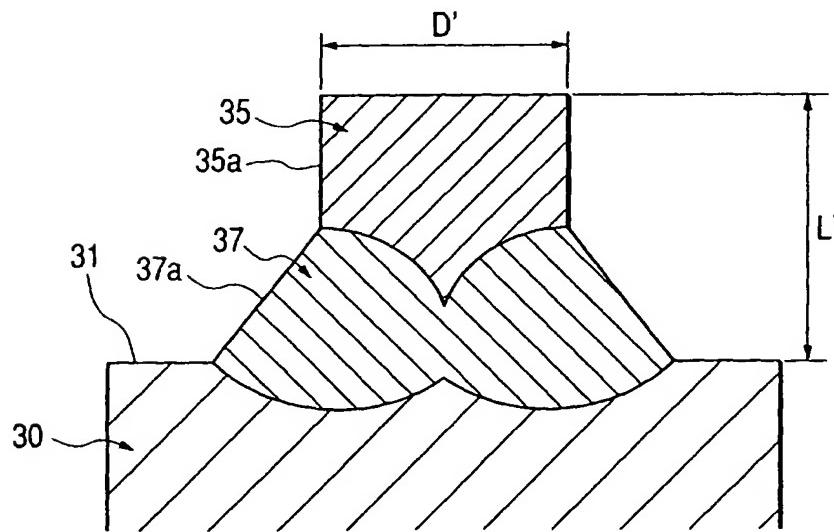
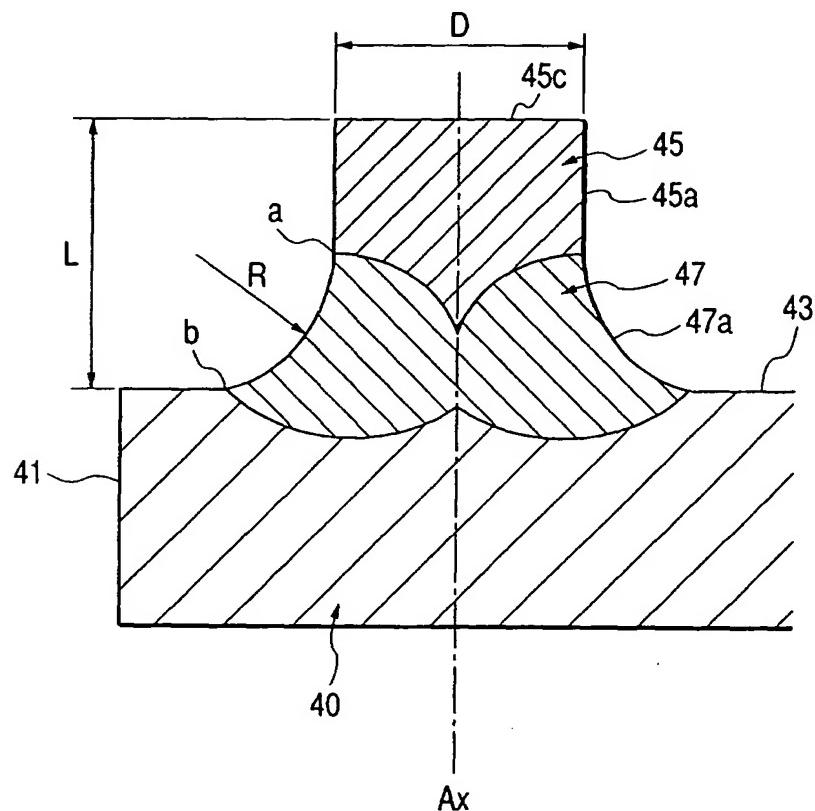


FIG. 4



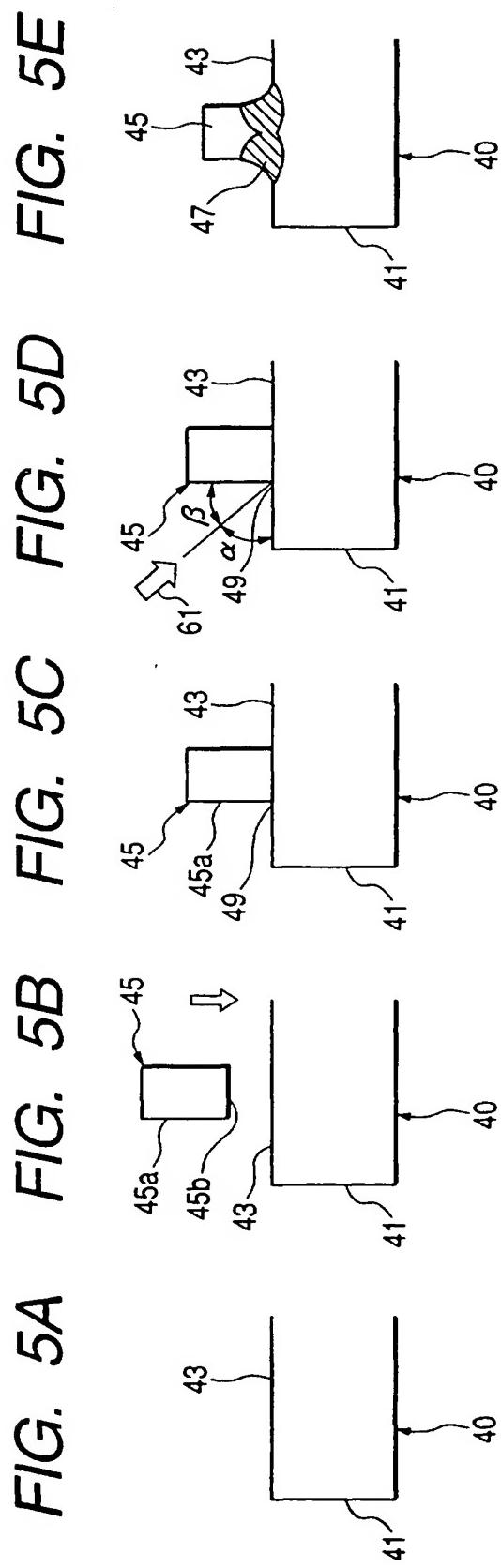


FIG. 6

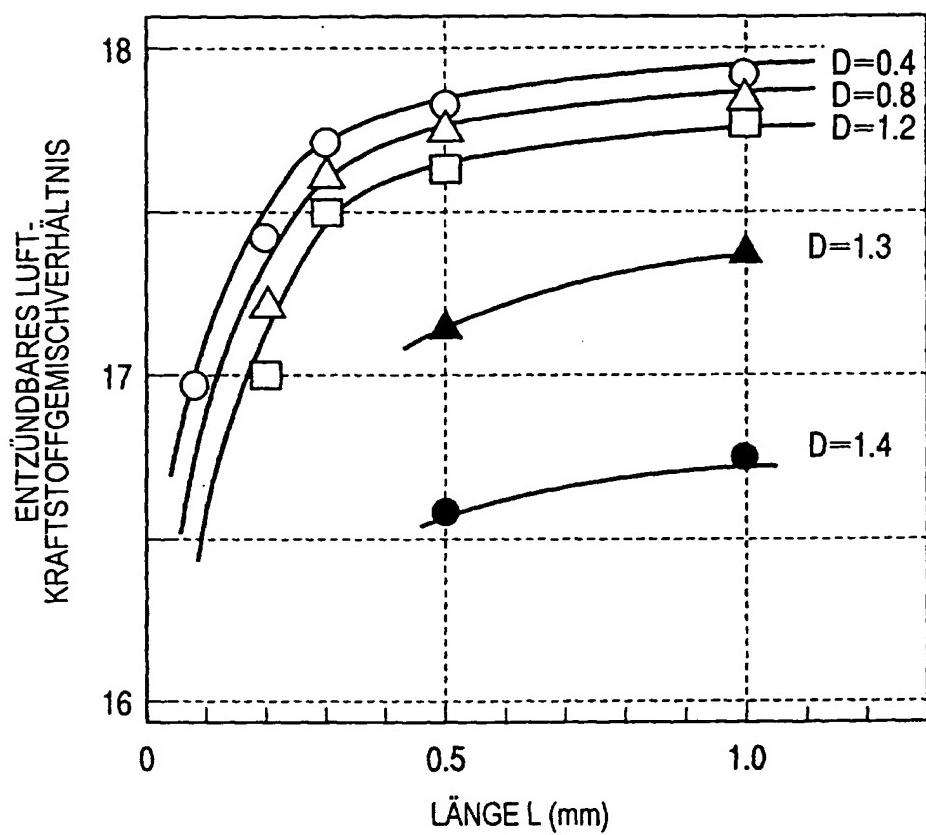
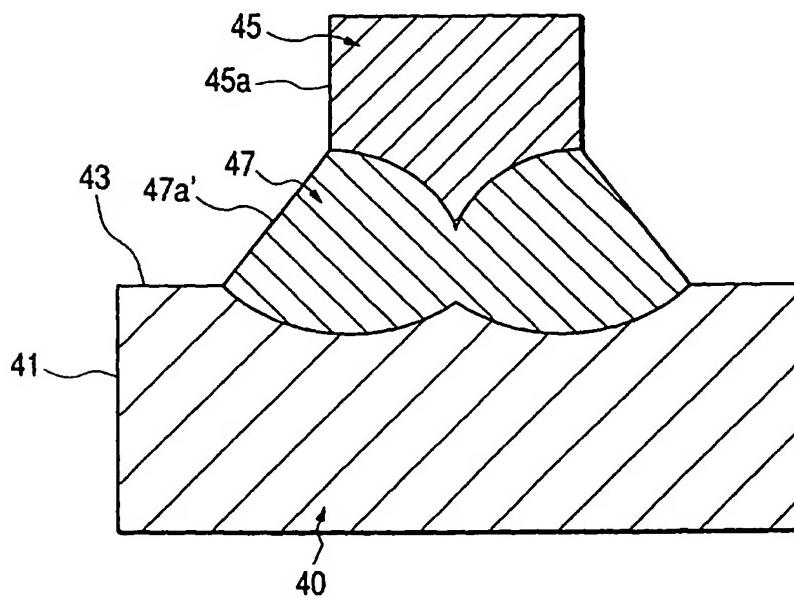
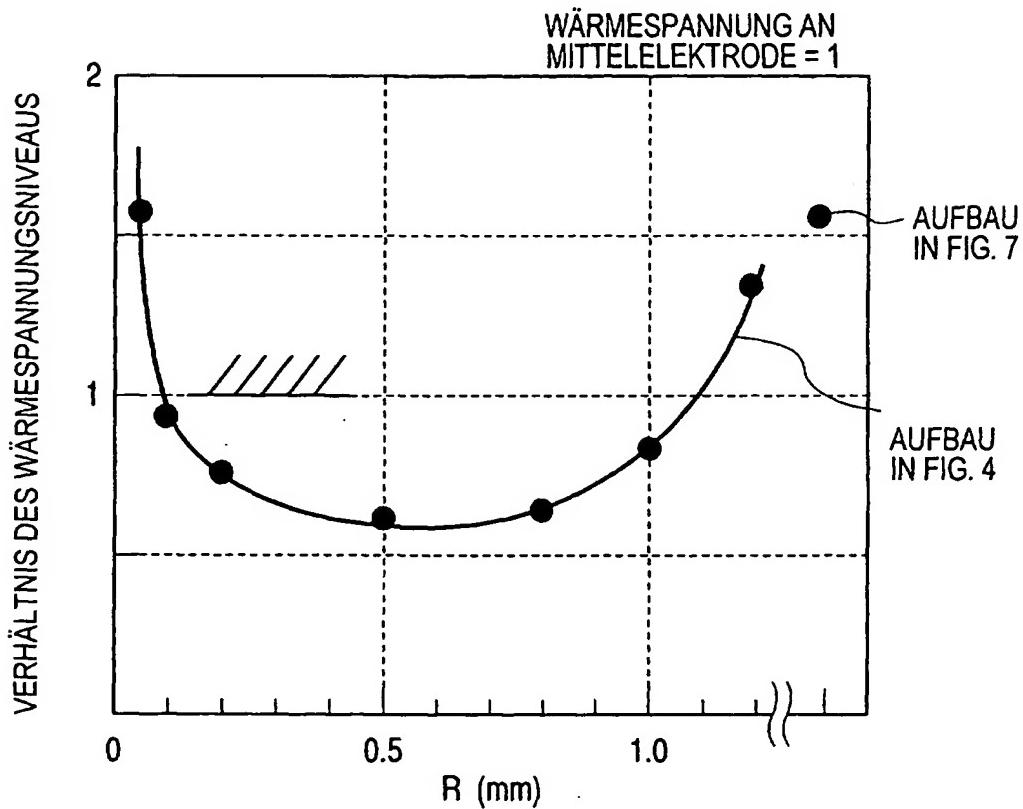
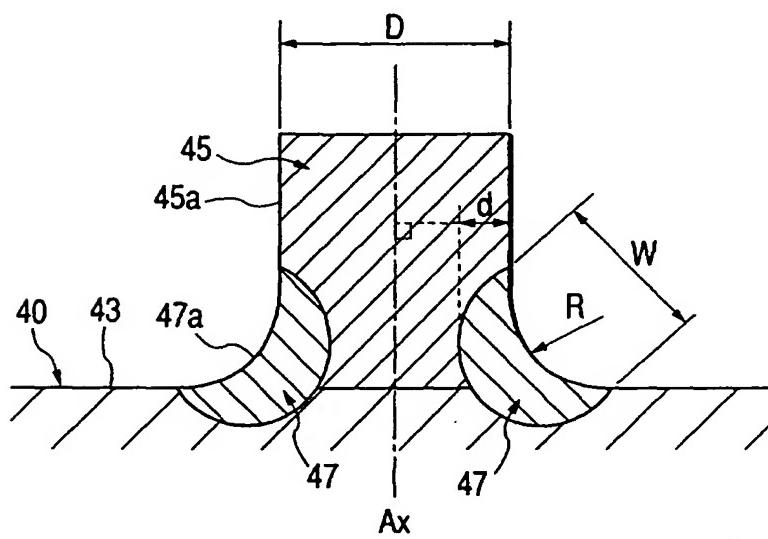


FIG. 7



**FIG. 8A****FIG. 8B**

*FIG. 9*

WÄRMESPANNUNG IN MITTELELEKTRODE = 1

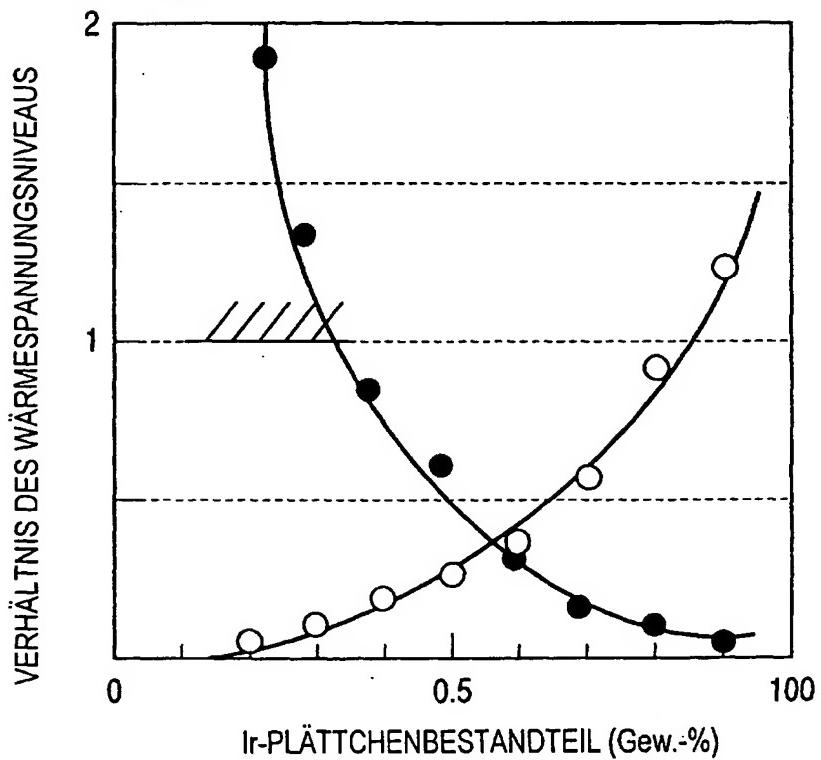


FIG. 10A

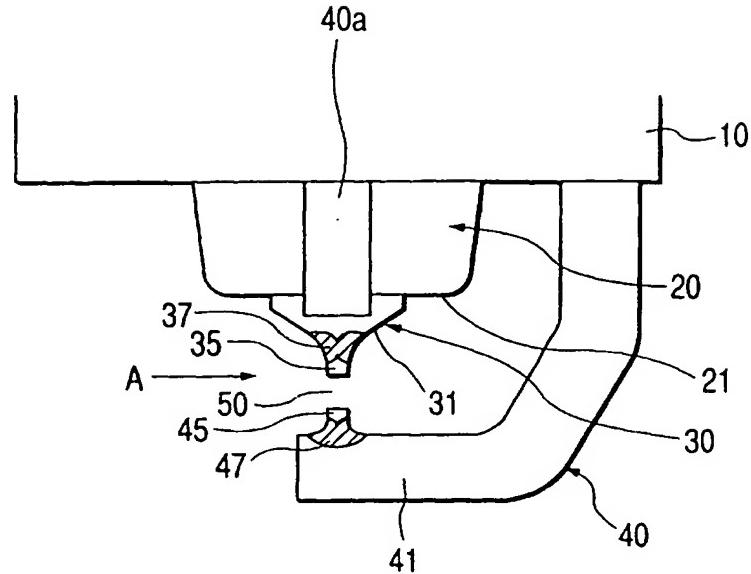


FIG. 10B

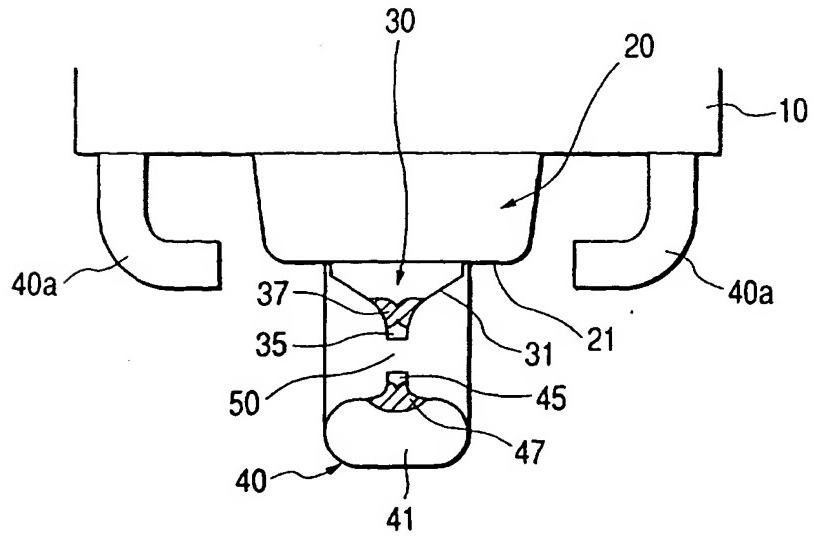


FIG. 11A

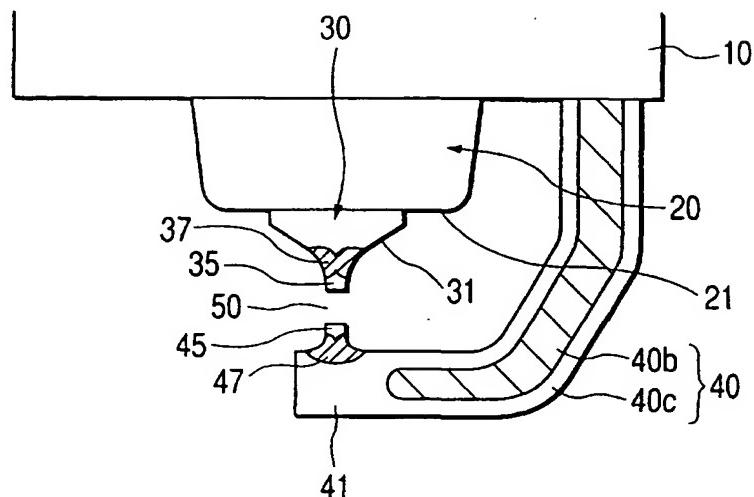
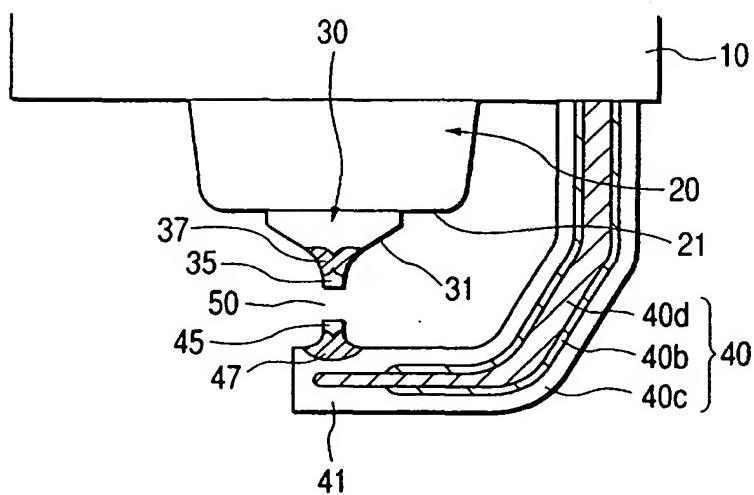


FIG. 11B



DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014747697 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2002-568401/200261

XRAM Acc No: C02-161275

XRXPX Acc No: N02-450005

Sparking plug for motor vehicles includes a contact containing a precious metal and located on an end surface of a ground electrode opposite a central electrode

Patent Assignee: DENSO CORP (NPDE ); NIPPONDENSO CO LTD (NPDE ); HORI T (HORI-I); KANAO K (KANA-I)

Inventor: HORI T; KANAO K

Number of Countries: 004 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
FR 2820551	A1	20020809	FR 20021331	A	20020205	200261 B
US 20020121849	A1	20020905	US 200258430	A	20020130	200265
DE 10205075	A1	20020912	DE 1005075	A	20020207	200268
JP 2002313524	A	20021025	JP 2001350443	A	20011115	200303

Priority Applications (No Type Date): JP 2001350443 A 20011115; JP 200132474 A 20010208

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

FR 2820551 A1 35 H01T-013/20

US 20020121849 A1 H01T-013/20

DE 10205075 A1 H01T-013/00

JP 2002313524 A 11 H01T-013/32

Abstract (Basic): FR 2820551 A1

NOVELTY - The sparking plug includes a contact (45) containing a precious metal and located on an end surface of the ground electrode (40) opposite the central electrode (30), to produce a sparking gap between the central electrode and the contact. A thermal stress-free joining layer is formed by laser welding the contact to the ground electrode.

DETAILED DESCRIPTION - The sparking plug comprises:

a tubular casing (10),

a central electrode (30) supported within the tubular casing (10)

and separated from the casing (10) by an electrical insulator;

a ground electrode (40) extending from one end of the tubular casing (10);

a contact (45) containing a precious metal and located on an end surface of the ground electrode (40) opposite the central electrode (30), to produce a sparking gap between the central electrode and the contact;

a joining layer formed by fusion between the ground electrode (40) and the contact (45).

The cross-section of the contact (45) at a position on the side opposite to the joining layer is 0.12-1.15 square mm, and the distance between the end surface and an upper surface of the position is 0.3-1.5 mm.

The joining layer has an external conical surface joined continuously to an external peripheral surface of the ground electrode with a rounded edge in a plane passing through an axis of the contact

(45).

The maximum width (D) of the contact (45) in a plane passing through the axis of the contact and the radius of the rounded edge are related by the expression: R is less than D/4 and greater than 3D/4.

The contact (45) mainly includes Ir and contains at least one element selected from Rh, Pt, Ni, W, Pd, Ru and Os.

An INDEPENDENT CLAIM is given for a method of fabrication of the spark plug.

USE - Sparking plug for motor vehicles.

ADVANTAGE - Cracking and detachment of the contact is avoided because of a reduction in thermal stress, compared to the prior art.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a sparking plug according to the invention.

Tubular casing (10)

Central electrode (30)

Contacts (35, 45)

Ground electrode (40)

pp; 35 DwgNo 1/11

#### Technology Focus:

TECHNOLOGY FOCUS - METALLURGY - Preferred Contact Composition: The contact includes mainly Ir and includes at most 50 weight % Rh, at most 40 weight % Ni, at most 30 weight % W, at most 40 weight % Pd, at most 30 weight % Ru, and at most 20 weight % Os.

Alternatively, the contact includes mainly Pt and includes at most 50 weight % Ir, at most 40 weight % Ni, at most 50 weight % Rh, at most 30 weight % W, at most 40 weight % Pd, and at most 30 weight % Ru, and at most 20 weight % Os.

Preferred Joining Layer: The joining layer formed by fusion includes 35-80 weight % of the composition of the contact.

ELECTRICAL POWER AND ENERGY - Preferred Process - Fabrication of the sparking plug involves:

(a) placing the contact on the surface of the ground electrode so that a contact exists between the contact and the ground electrode; and

(b) laser welding the contact to the ground electrode at a location formed between the ground electrode surface and an adjacent lateral surface of the end surface of the contact in an inclined position with respect to the end surface and the lateral surface.

Title Terms: SPARK; PLUG; MOTOR; VEHICLE; CONTACT; CONTAIN; PRECIOUS; METAL ; LOCATE; END; SURFACE; GROUND; ELECTRODE; OPPOSED; CENTRAL; ELECTRODE  
Derwent Class: L03; M26; X22

International Patent Class (Main): H01T-013/00; H01T-013/20; H01T-013/32

International Patent Class (Additional): H01T-013/39; H01T-021/02

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): L03-H05; M26-B01; M26-B01N; M26-B01T

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A01E1

?